



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

10/501724  
STEP 02/14738  
REC'D PCT/PTO 15 JUL 2004

REC'D 23 APR 2003

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02001268.8

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 02001268.8  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 17.01.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Sonde für elektrische Messverfahren und Verwendung einer flexiblen Sonde zur  
Herstellung einer unflexiblen Sonde

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

G01R/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

17. Jan. 2002

1

Sonde für elektrische Messverfahren und Verwendung einer flexiblen Sonde zur Herstellung einer unflexiblen Sonde

- 5 Die Erfindung geht aus von einer Sonde für elektrische Messverfahren gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 und einer Verwendung einer flexiblen Sonde zur Herstellung einer unflexiblen Sonde nach Anspruch 13.
- 10 Aus der DE 197 48 556 A1 ist eine Sonde für eine Wirbelstrommessung mit einer ferromagnetischen Signalverstärkung bekannt, wobei die Signalverstärkung durch einen starren ferritischen Kern erzeugt wird. Mit einer aus einem starren Substrat, auf dem planare Spulen aufgebracht sind, gebildeten
- 15 Sonde können nur Prüfkörper mit ebener Oberfläche vermessen werden. Bei unebenen Oberflächen muss die Sonde in ihrer Form einer Oberfläche des Prüfkörpers angepasst sein, anderenfalls ergeben sich falsche Messwerte.
- 20 Eine Sonde mit Wirbelstrommessung mit ferromagnetischer Signalverstärkung für ebene Prüfkörper ist auch aus der US-PS 6,002,251 bekannt.

Aus der US-PS 5,389,876 ist eine Sonde für eine Wirbelstrommessung bekannt, die jedoch nur schwache Signale liefert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Sonde für elektrische Messverfahren aufzuzeigen, die für verschieden gekrümmte Oberflächen eines Prüfkörpers verwendet werden kann.

30

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Sonde mit dem Substrat flexibel ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen

35 Sonde sind in den Unteransprüchen erwähnt.

Die Sonde kann sich Krümmungsradien von z.B. 50mm oder größer anpassen.

Vorteilhafterweise wird die Flexibilität dadurch erreicht, dass ein durch eine flexible Folie gebildetes Substrat, für  
5 die Sonde vorteilhafterweise Polyimid, verwendet wird.

Vorteilhafterweise sind auf der flexiblen Folie bspw. zwei, insbesondere planare Spulen, insbesondere aus Kupfer, als elektrische Bauelemente, aufgebracht.

10 2

Die Flexibilität der Sonde bleibt auch durch eine flexible Hinterfütterung der elektrischen Bauelemente erhalten.

Vorteilhafterweise verwendet man für die flexible Hinterfütterung eine Polymerfolie, die mit einem Ferrit gefüllt ist, so dass vorteilhafterweise eine ferromagnetische  
15 Signalverstärkung möglich ist.

Ebenso können dünne biegsame Bleche aus Ferrit verwendet werden. Auch eine Vergussmasse mit Ferritteilchen, wobei die  
20 Vergussmasse leicht plastisch verformbar ist, kann hier verwendet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht und schematisch dargestellt.

25

Es zeigen:

Figur 1 eine Anordnung von Erreger und Signalspule,  
Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer  
erfindungsgemäßen Sonde, und

30 Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgebildeten Sonde.

Figur 1 zeigt eine Erregerspule 4 und eine Signalspule 7 als elektrische Bauelemente in ihrer Anordnung in einer Ebene  
35 nach dem Stand der Technik.

Die Signalspule 7 ist bspw. von der Erregerspule 4 umgeben. Bezüglich des weiteren beispielhaften Aufbaus von

Erregerspule 4, Signalspule 7 und eines Auswertungssystems mit einer Sonde wird auf die DE 197 48 556 A1 verwiesen, die ausdrücklich Bestandteil dieser Offenbarung sein soll.

5 Die Erreger- und Signalspule 4, 7 sind elektrisch voneinander getrennt. Die Signalspule 7 ist in diesem Beispiel als Differenzsonde ausgelegt. Die Ortsauflösung wird bestimmt durch den Abstand der Schwerpunkte der beiden Teilspulen, der sogenannten Baseline.

10 Die Erregerwicklung 4 umschließt die Teilspulen der Signalspule 7 bspw. symmetrisch, so dass eine Kompensation des Erregerfeldes gewährleistet ist.

Ausführungsbeispiele für Sonden sind:

15 Eine XXL-Sonde hat eine Baseline von 3,3mm, eine Erreger-spule mit 21 Windungen und eine Signalspule mit 8 Windungen. Eine S-Sonde hat eine Baseline mit 2,3mm, eine Erregerspule mit 9 Windungen und eine Signalspule mit 5 Windungen.

20 Eine Sonde, die unter anderem aus der Erregerspule 4 und Signalspule 7 besteht, wird in einer Scanrichtung 13, gekennzeichnet durch einen Pfeil, über eine Oberfläche eines Prüfkörpers 10 bewegt (durch gestrichelte Umfangslinie angedeutet), wobei die Sonde 1 auf dem Prüfkörper 10 mit einer Auflagefläche 37 (Fig. 2) zur Auflage kommt. Der Prüfkörper 10  
25 enthält beispielsweise Defekte in Form von Rissen, die ein magnetisches Signal der Erregerspule 4 beeinflussen, wodurch die Defekte im Inneren des Prüfkörpers 10 und an dessen Oberfläche festgestellt werden können.

30

Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Sonde 1 für elektrische Messverfahren gemäß vorliegender Erfindung. Als Substrat 16, das direkt auf dem Prüfkörper aufliegt, wird bspw. eine Folie verwendet, die flexibel ist. Vorzugsweise  
35 wird eine Polyimidfolie verwendet.

Auf dem Substrat 16 sind die Erregerspule 4 und die Signalspule 7 bspw. planar angeordnet, d.h. die Spule besteht nur

aus einer Leiterbahn, die nur in einer Ebene verläuft. Die Spulen 4, 7 als elektrische Bauelemente können mittels eines Galvanikprozesses oder eines nasschemischen Verfahrens auf die Folie 16 aufgebracht werden.

5 Auf dem Substrat 16 und auf 4 bzw. um die Spulen 4, 7 ist beispielsweise, aber nicht notwendigerweise ein Kleber 19 aufgebracht, der eine Hinterfütterung 22 mit dem Substrat 16 verbindet.

10 Die Hinterfütterung 22 ist ebenfalls flexibel ausgeführt. Als Material für die Hinterfütterung 22 wird vorzugsweise ein ferritisches Material (zur ferromagnetischen Signalverstärkung) verwendet mit einer Permeabilität  $\mu$  bis 100. Durch die Hinterfütterung 22 hindurch führt bspw. zumindest eine  
15 elektrische Zuleitung 31 für die Spulen 4, 7 für ein Messsystem gemäss DE 197 48 556 A1.

Als Hinterfütterung 22 kann eine mit Ferritpartikeln befüllte Polymerfolie 25 verwendet werden.

20

Ebenso ist es möglich, für die Signalverstärkung ein dünnes flexibles Ferritblech zu verwenden.

Die Polyimidfolie 16 hat beispielsweise eine Dicke von 25  $\mu\text{m}$ ,  
25 die Kupferspule eine Dicke von 17  $\mu\text{m}$ , der Kleber erstreckt sich über eine Dicke von ca. 30  $\mu\text{m}$ , und die mit Ferrit gefüllte Polymerfolie über eine Dicke von 200 - 600  $\mu\text{m}$ .

Dieser Schichtstapel bleibt hinreichend flexibel, so dass  
30 sich der Schichtstapel verschiedenen Krümmungsradien des Prüfkörpers 10 von z.B. 50mm oder mehr problemlos anpassen lässt.

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgebildeten planaren Sonde 1.

Die Hinterfütterung 22 kann auch durch eine Vergussmaterial 34 gewährleistet sein, in dem Ferritpulver vermischt ist. Der

5 mittlere Durchmesser der Ferritpartikel beträgt z.B. ca. 10µm. Die Vergussmasse ist und bleibt nach einem Aushärtungsprozess leicht plastisch verformbar, so dass eine Flexibilität der Sonde 1 dauerhaft gewährleistet ist.

10 Eine solche Vergusssonde kann auch verwendet werden um für bestimmte gekrümmte Oberflächen eine starre Sonde 1 herzustellen. Dabei wird eine Vergussmasse 34 verwendet, die sich in dem so verformten Zustand so aushärten lässt, dass sie sich nur noch schwer plastisch verformen lässt und somit dauerhaft an die Kontur bestimmter Prüfkörper 10 angepasst ist.

15 Der Vorteil des Verfahrens liegt dabei darin, dass eine flexible Sonde 1 zunächst einer Oberfläche eines Prüfkörpers 10 ohne großen Aufwand angepasst wird und erst dann die Vergussmasse 34 ausgehärtet wird, so dass kein Luftspalt zwischen

20 der Auflagefläche 37 der Folie 16 und der gekrümmten Oberfläche des Prüfkörpers 10 vorhanden sein kann, der ein Messergebnis verfälscht.

Als elektrisches Messverfahren kann die Sonde 1, die bspw.

25 zwei Spulen 4, 7 oder nur eine Spule sowie eine ferromagnetische Signalverstärkung 22 aufweist, zur Wirbelstrommessung genutzt werden, das beispielsweise dazu dient Defekte an metallischen Bauteilen 10 zu detektieren.

17. Jan. 2002

## Patentansprüche

1. Sonde für elektrische Messverfahren,  
die ein Substrat aufweist,  
5 auf dem zumindest ein elektrisches Bauelement aufgebracht  
ist,  
die zur Auflage auf einem Prüfkörper kommt,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Sonde (1) mit dem Substrat (16) so flexibel ist, dass  
10 die Sonde (1) mit dem Substrat (16) sich verschiedenen  
Krümmungsradien des Prüfkörpers (10) anpassen kann.
2. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 das Substrat (16) eine flexible Folie ist.
3. Sonde nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Folie (16) aus Polyimid gebildet ist.  
20
4. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
auf dem Substrat (16) zumindest eine Spule (4, 7) als  
elektrisches Bauelement, insbesondere eine Kupferspule (4,  
25 7), aufgebracht ist.
5. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Sonde (1) eine flexible Hinterfütterung (22) aufweist,  
30 die das zumindest eine elektrische Bauelement (4, 7)  
zumindest teilweise abdeckt.
6. Sonde nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
35 die flexible Hinterfütterung (22) durch eine mit Ferrit  
gefüllte Polymerfolie gebildet wird.



7. Sonde nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die flexible Hinterfütterung (22) durch ein flexibles  
5 Blech aus einem ferritischen Material gebildet ist.

8. Sonde nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die flexible Hinterfütterung (22) durch eine plastisch  
10 verformbare Vergussmasse (34) gebildet ist.

9. Sonde nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Sonde (1) zumindest eine Spule (4, 7) als elektrisches  
15 Bauelement aufweist, die planar auf dem Substrat (16)  
angeordnet sind.

10. Sonde nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
20 die Sonde (1) eine Sonde (1) für eine Wirbelstrommessung  
ist.

11. Sonde nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
25 die Sonde (1) eine ferromagnetische Signalverstärkung (22)  
aufweist.

12. Sonde nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
30 die Sonde (1) Krümmungsradien von bis zu 50mm anpassbar  
ist.

13. Verwendung einer flexiblen Sonde nach einem der vorheri-  
gen Ansprüche zur Herstellung einer unflexiblen Sonde,  
wobei die flexible Sonde, die als Hinterfütterung (22)  
eine flexible aushärtbare Vergussmasse aufweist, einer  
5 gekrümmten Oberfläche angepasst wird und  
in dieser Form ausgehärtet wird.

17. Jan. 2002

9

## Zusammenfassung

Sonde für elektrische Messverfahren und Verwendung einer flexiblen Sonde zur Herstellung einer unflexiblen Sonde

5

Sonden nach dem Stand der Technik weisen ein Substrat auf, das mechanisch starr ist. So können nur ebene Flächen mit der Sonde abgefahren werden.

- 10 Eine erfindungsgemäße Sonde (1) ist durch ein flexibles Substrat (16) flexibel gestaltet, so dass sich die Sonde (1) verschiedenen Krümmungsradien eines Prüfkörpers (10) anpassen kann.

15

Fig. 2

EPO - Munich  
73

17. Jan. 2002

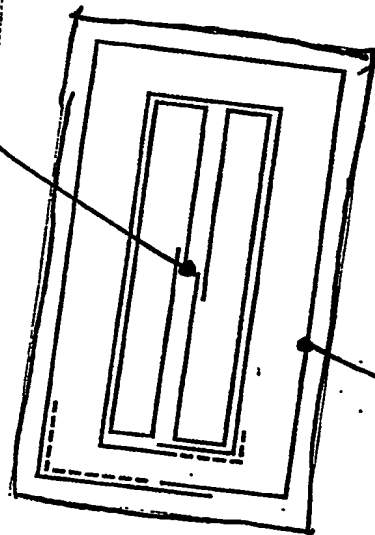


Fig 1

10

BEST AVAILABLE COPY

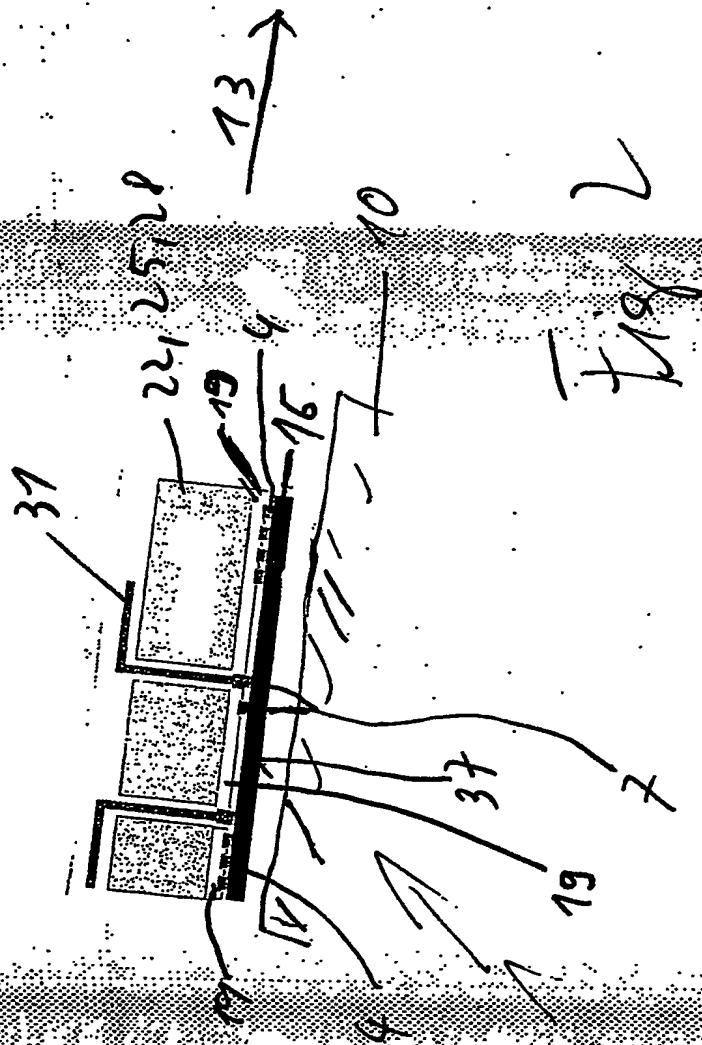
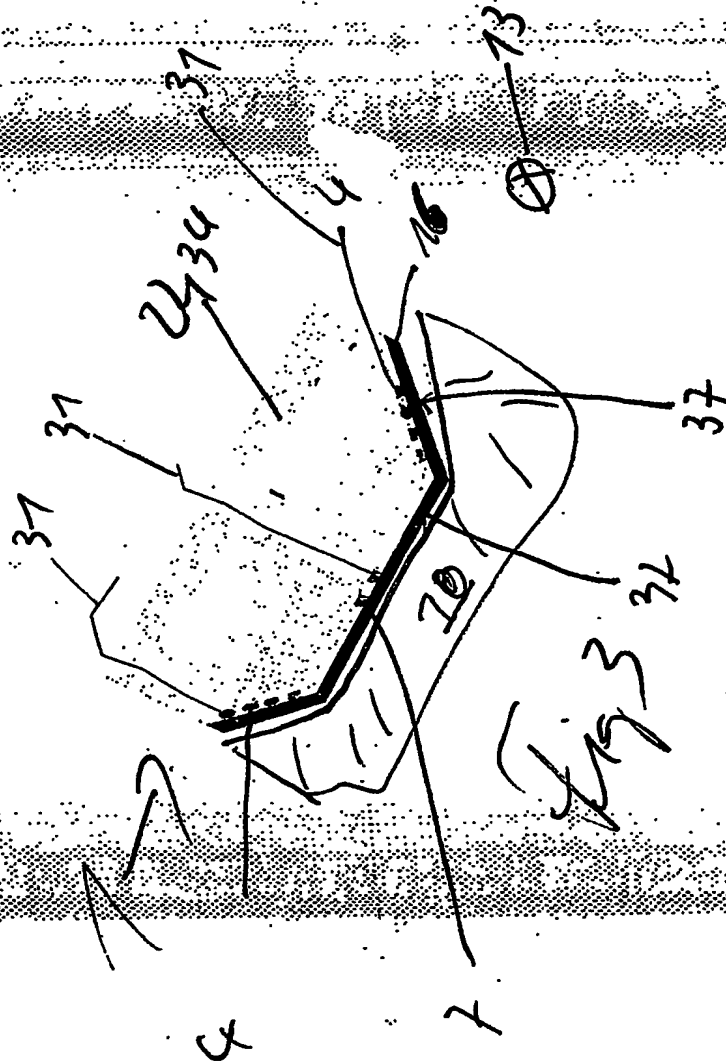


Fig 2

BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY